



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 018 201 A1** 2005.11.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 018 201.9**

(22) Anmeldetag: **15.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **10.11.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H01T 13/44**
H01T 13/02

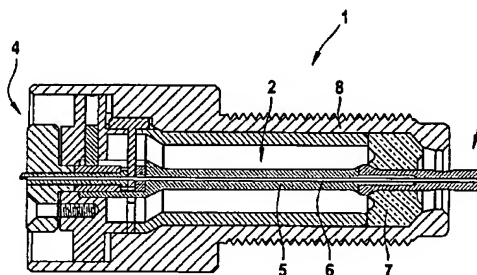
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Schmidt, Ewald, 71634 Ludwigsburg, DE; Ruoss, Hans-Oliver, 70569 Stuttgart, DE; Seidel, Juergen, 73655 Plüderhausen, DE; Linkenheil, Klaus, 70329 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoffgemischs in einem Verbrennungsmotor**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten elektrischen Energiequelle vorgeschlagen, die eine koaxiale Wellenleiterstruktur als Resonator aufweist, in die die hochfrequente elektrische Energie einkoppelbar ist und die mit einem Ende in den jeweiligen Brennraum eines Zylinders des Verbrennungsmotors hineinragt. Mittels einer Lichtquelle am Ende der Wellenleiterstruktur (2) ist die Bildung des freistehenden Plasmas unterstützbar.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten Energiequelle nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Stand der Technik

[0002] Es ist beispielsweise aus der DE 198 52 652 A1 eine Zündvorrichtung bekannt, bei der die Zündung eines solchen Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges unter Verwendung eines coaxialen Leitungsresonators vorgenommen wird. Hierbei wird die Zündspule durch eine genügend starke Mikrowellenquelle, z.B. eine Kombination aus einem Hochfrequenzgenerator und einem Verstärker, ersetzt. Mit einem geometrisch optimierten coaxialen Leitungsresonator stellt sich dann die für die Zündung erforderliche Feldstärke am offenen Ende des kerzenähnlichen Leitungsresonators ein und es erfolgt eine Entladung an einer Elektrode.

[0003] Der Ort des Zündens des Plasmas wird bei den zuvor beschriebenen Leitungsresonatoren durch den Punkt der höchsten Feldstärke bestimmt. In der nicht vorveröffentlichten DE 102 39 412 ist beschrieben, dass durch konstruktive Maßnahmen erreicht werden kann, dass dieser Punkt in der Regel der oberste Punkt, also die absolute Spitze der Kerzenspitze, bzw. des Zündstiftes ist. Ist die Spitze mechanisch robust und jedoch vorne ohne scharfe Spitze ausgeführt, wie z.B. mit einer Halbkugel, hat man über die Betriebsdauer durch den Abbrand keine wesentliche Formänderung, dafür wurde aber von vornherein auf einen möglich hohen Feldstärkebetrag verzichtet.

[0004] Hierbei spielt die Notwendigkeit zur Verringerung der zur Zündung notwendigen Hochfrequenzleistung sowie die Bedingung, dass eine Zündung auch unter ungünstigsten Bedingungen, wie Verschmutzung, Korrosion, Druck- und Medienzusammensetzung im Brennraum, zu gewährleisten ist, eine große Rolle.

[0005] Für sich gesehen ist aus der DE 101 45 944 A1 bekannt, dass eine sogenannte Standard-Zündkerze mit der Erzeugung eines konventionellen Zündfunken eine integrierte Laserzündung mit einem durch ein Innenloch geführten Laserstrahl aufweist.

Vorteile der Erfindung

[0006] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten

elektrischen Energiequelle, mit einer coaxialen Wellenleiterstruktur, in die die hochfrequente elektrische Energie einkoppelbar ist und die mit einem Ende in den jeweiligen Brennraum eines Zylinders des Verbrennungsmotors hineinragt, wobei an diesem Ende durch ein hohes Spannungspotential ein Mikrowellenplasma erzeugbar ist. In vorteilhafter Weise ist die eingangs erwähnte Vorrichtung so ausgebildet, dass z.B. ein freistehendes Plasma im Luft-Kraftstoff-Gemisch erzeugbar ist und dass mittels einer Lichtquelle am Ende der Wellenleiterstruktur die Bildung des freistehenden Plasmas unterstützt wird.

[0007] Mit der Erfindung wird somit eine sogenannte Hochfrequenzzündkerze oder ein solches Zündsystem mit einer Anordnung zur Einleitung von Licht ergänzt, damit mittels einer zusätzlichen Erregung mit energiereichem Licht in vorteilhafter Weise die Entstehung des Mikrowellenplasmas unterstützt wird.

[0008] Die zur Ausbildung des Plasmas notwendige Hochfrequenzleistung verringert sich damit und für die Festlegung der Lage des Plasmas ergeben sich weitere Freiheitsgrade. Die Spitze der Hochfrequenzzündkerze wird gemäß der Erfindung derart mit energiereichem Licht bestrahlt, dass im bestrahlten Bereich die Zahl der freien Ladungsträger ansteigt und dadurch die zum Ausbilden eines Plasmas notwendige elektrische Feldstärke abnimmt. Die vom Licht zugeführte Energie braucht dabei nicht primär zur Erzeugung eines Plasmas ausreichend sein, da es durchaus vorteilhaft ist, wenn der Zeitpunkt der Plasmaentstehung und der hauptsächliche Energieeintrag ins Plasma weiterhin durch den Leistungseintrag mittels Mikrowelleneinstrahlung erfolgt.

[0009] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsform ist der Zündstift der Vorrichtung mit einem sich zumindest teilweise über die axiale Länge erstreckenden Innenloch im coaxialen Resonator zur Durchführung des Lichts versehen. Hierbei kann in dem Innenloch ein Lichtleiter oder eine Lichtfaser angeordnet sein. Die Lichtquelle kann dabei in vorteilhafter Weise gemeinsam mit der Mikrowellenleistungserzeugung eine bauliche Einheit bilden.

[0010] Für die Auskopplung der Lichtstrahlen sind hierbei eine Reihe konstruktiver Varianten möglich. Zum Beispiel kann eine konzentrische Strahlauskopplung auf einfache Weise in der Mitte des Zündstiftes erfolgen. Es ist aber auch möglich, dass die Strahlauskopplung mittels Querlöcher zur Strahlaufächerung abseits der Mitte, beispielsweise auf einem konzentrischen Ring erfolgt oder dass eine Kombination dieser Ausführungsformen vorgenommen wird.

[0011] Gemäß einer anderen ebenfalls vorteilhaften Ausführungsform kann eine Auskopplung des Lichtstrahls am anderen Ende der Wellenleiterstruktur er-

folgen, wobei am dem einen Ende der Wellenleiterstruktur im Bereich des Zündstiftes eine Dichtscheibe aus lichtdurchlässigem Material angeordnet ist.

[0012] Die Lichtauskopplung erfolgt hier somit bereits im Fußpunkt des Resonators und es wird die dem Brennraum zugewandte Dichtscheibe von hinten, beispielsweise diffus durchstrahlt. Die Dichtscheibe kann dabei aus lichtdurchlässigem Material, z.B. aus Quarzglas, hergestellt sein, so dass wiederum eine Bestrahlung der Resonatorspitze erfolgt. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn die Dichtscheibe auch eine spezielle Ausformung zur Lichtbündelung beziehungsweise zur Fokussierung auf bestimmte Bereiche der Spitze aufweist. Es ist hierbei auch eine vorteilhafte Kombination beider Auskopplungsvarianten mit Innenleiter und lichtdurchlässiger Dichtscheibe anwendbar.

[0013] In vorteilhafter Weise kann erfindungsgemäß die Lichtquelle zur Erzeugung des Lichtstrahls auch gepulst betrieben werden, d.h. das Licht wird hier nur für die Dauer einer Zündung oder bis zur Sicherstellung einer Zündung ausaestrahlt.

[0014] Als Lichtquelle kommt hier beispielsweise eine Laserdiode mit einem Lichtspektrum im UV-Bereich in Betracht, es sind jedoch auch andere Lichtquellen und Wellenlängen prinzipiell verwendbar.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0015] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

[0016] **Fig. 1** eine prinzipielle Ansicht einer Vorrichtung zum hochfrequenten Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mit einer coaxialen Wellenleiterstruktur als Resonator und einer Laserunterstützung und

[0017] **Fig. 2** eine Draufsicht auf das sogenannte kalte Ende der Wellenleiterstruktur mit einem zentralen Innenloch für die Lichteinkopplung des Lasers.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] In **Fig. 1** ist eine Prinzipsansicht einer an sich bekannten Vorrichtung zum hochfrequenten Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor gezeigt, die Bestandteile einer sogenannten Hochfrequenzzündkerze 1 aufweist. Eine vorzugsweise als $\lambda_g/4$ -Resonator aufgebaute coaxiale Wellenleiterstruktur 2 erzeugt am einen Ende 3, das in den Brennraum eines Zylinders eines hier nicht gezeigten Verbrennungsmotors hineinragt, ein Mikrowellenplasma zur Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemischs im Brennraum.

[0019] Es kann hierbei zum Beispiel, wie es in der nicht vorveröffentlichten eingangs erwähnten DE 102 39 412 beschrieben ist, eine induktive oder kapazitive Einkopplung der Mikrowellenenergie am anderen Ende 4 der Wellenleiterstruktur bzw. des Resonators 2 vorgenommen werden, wobei das eine sogenannte offene oder heiße Ende 3 des Resonators 2 mit einem gegenüber dem Außenleiter isolierten Zündstift, die Zündung bewirkt.

[0020] In einem Innenleiter 5 des Resonators 2 befindet sich ein zentrales Innenloch 6, durch das die Hochfrequenzzündkerze 1 am anderen Ende 4 mit einer Anordnung zur Einleitung von Licht ergänzt werden kann, damit am einen Ende 3, also am Zündstift, mit energiereichem Licht die Entstehung des Mikrowellenplasmas und damit die Zündung unterstützt wird.

[0021] Der Innenleiter 5 ist über eine Dichtscheibe 7 zentral im Außenleiter 8 der Wellenleiterstruktur 2 gehalten. **Fig. 2** zeigt eine Draufsicht auf den Einkoppelbereich der Wellenleiterstruktur, wobei das Innenloch 6 zur Lichteinkopplung erkennbar ist. Durch diese Einkopplung des energiereichen Lichts steigt im bestrahlten Bereich die Zahl der freien Ladungsträger an, wodurch die zum Ausbilden eines Plasmas notwendige elektrische Feldstärke abnimmt.

[0022] Gemäß des gezeigten Ausführungsbeispiels ist der Zündstift, also das Ende des Innenleiters 5, wie erwähnt mit dem Innenloch 6 zur Auskopplung des Lichts in den Brennraum versehen. Hierbei kann in dem Innenloch 6, wie schon erwähnt, ein Lichtleiter oder eine Lichtleitfaser angeordnet sein und die Lichtquelle kann am Einkopplungspunkt gemeinsam mit der hier nicht dargestellten Mikrowellenleistungserzeugung eine bauliche Einheit am anderen sogenannten kalten Ende 4 der Wellenleiterstruktur 2 bilden.

[0023] Für die Auskopplung der Lichtstrahlen am einen Ende 3 der Wellenleiterstruktur 2 sind jedoch noch eine Vielzahl hier nicht dargestellter konstruktiver Varianten möglich. Es ist beispielsweise möglich, dass die Strahlauskopplung im Bereich der Zündkerzenspitze mittels Querlöcher zur Strahlauffächerung abseits der Mitte, beispielsweise auf einem konzentrischen Ring erfolgt, oder dass eine Kombination dieser Variante mit der zentralen Lichtauskopplung vorgenommen wird.

[0024] Gemäß eines weiteren hier nicht explizit dargestellten Ausführungsbeispiels kann eine Auskopplung des Lichtstrahls schon am anderen Ende 4 der Wellenleiterstruktur 2 erfolgen, wobei am dem einen Ende 3 der Wellenleiterstruktur 2 nach der **Fig. 1** im Bereich des Zündstiftes eine Dichtscheibe 7 aus lichtdurchlässigem Material angeordnet ist. Somit wird die dem Brennraum zugewandte Dichtscheibe 7 von

hinten, beispielsweise diffus oder eventuell auch fokussiert durchstrahlt. Auch diese Variante ist gegebenenfalls mit den zuvor beschriebenen Varianten kombinierbar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten elektrischen Energiequelle, mit

- einer koaxialen Wellenleiterstruktur (2), in die die hochfrequente elektrische Energie einkoppelbar ist und die mit einem Ende (3) in den jeweiligen Brennraum eines Zylinders des Verbrennungsmotors hineinragt, wobei an diesem Ende (3) durch ein hohes Spannungspotential ein Mikrowellenplasma erzeugbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das eine Ende (3) der koaxialen Wellenleiterstruktur (2) als Zündstift so ausgebildet ist, dass bei einem anstehenden Spannungspotential durch eine in den Brennraum hineinragende Feldstruktur ein freistehendes Plasma im Luft-Kraftstoff-Gemisch erzeugbar ist und dass
- mittels einer Lichtquelle am Ende der Wellenleiterstruktur (2) die Bildung des freistehenden Plasmas unterstützbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Innenleiter (5) mit dem Zündstift mit einem sich zumindest teilweise über die axiale Länge erstreckenden Innenloch (6) zur Durchführung des Lichts versehen ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- in dem Innenloch (6) ein Lichtleiter oder eine Lichtleitfaser angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine konzentrische Strahlauskopplung in der Mitte des Zündstiftes und/oder mittels Querlöcher zur Strahlauffächerung abseits der Mitte erfolgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder zusätzlich zu einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine Auskopplung des Lichtstrahls am anderen Ende (4) der Wellenleiterstruktur am Fußpunkt des Resonators erfolgt, wobei
- am dem einen Ende der Wellenleiterstruktur (2) im Bereich des Zündstiftes eine Dichtscheibe (7) aus lichtdurchlässigem Material angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Dichtscheibe (7) eine Ausformung zur Lichtbündelung oder Fokussierung des Lichtstrahls auf vorgegebene Bereiche der Spitze des Zündstiftes aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Dichtscheibe (7) aus einem Quarzglas hergestellt ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch

- die Lichtquelle zur Erzeugung des Lichtstrahls gepulst betrieben wird, wobei ein Puls mindestens für die Dauer oder zur Sicherstellung der Zündung aufrechterhalten wird.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch

- als Lichtquelle eine Laserdiode mit einem Lichtspektrum im UV-Bereich verwendet wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig. 1

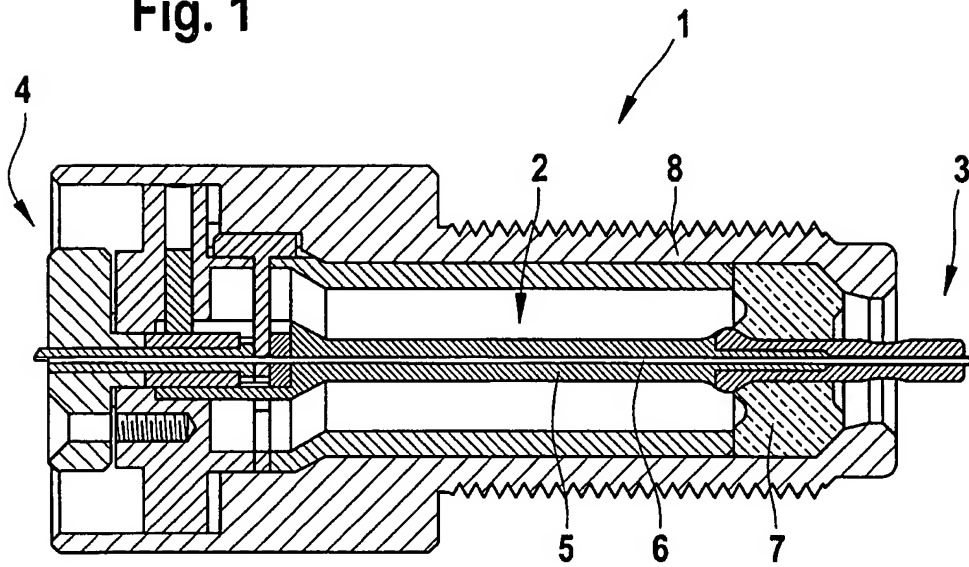
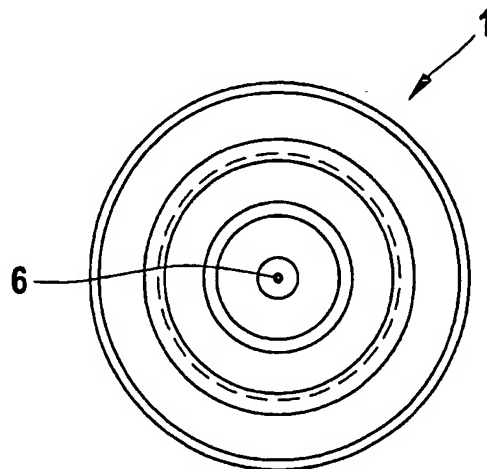


Fig. 2



DERWENT-ACC-NO: 2005-787997

DERWENT-WEEK: 200581

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Device for igniting air-fuel mixture in
internal combustion engine has end of coaxial waveguide
structure forming ignition pin so free-standing plasma
can be produced in air-fuel mixture by field structure
protruding into combustion chamber

INVENTOR: LINKENHEIL, K; RUOSS, H ; SCHMIDT, E ; SEIDEL, J

PRIORITY-DATA: 2004DE-A018201 (April 15, 2004)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
DE 1004018201 A1	November 10, 2005	N/A
005 H01T 013/44		

INT-CL (IPC): H01T013/02, H01T013/44

ABSTRACTED-PUB-NO: DE1004018201A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The device has a high frequency electrical energy source with a coaxial waveguide structure (2) into which the high frequency electrical energy can be coupled and that protrudes with one end into the respective combustion chamber of a cylinder of the internal combustion engine, whereby a microwave plasma can be produced at this end by a high voltage. One end of the coaxial waveguide structure forms an ignition pin so that a free-standing plasma can be produced in the air-fuel mixture by a field structure protruding into the combustion chamber and the formation of the plasma can be supported by a light

source at the end of the waveguide structure.

USE - For igniting the air-fuel mixture in an internal combustion engine.

ADVANTAGE - Enables a free-standing plasma to be produced in the air-fuel mixture and the formation of the plasma can be supported by at least one light source at the end of the waveguide structure.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of an inventive device for igniting the air-fuel mixture in an internal combustion

high frequency ignition plug 1

coaxial waveguide structure 2

hot end of resonator 3

inner conductor 5

central inner hole 6

----- KWIC -----

Basic Abstract Text - ABTX (1):

NOVELTY - The device has a high frequency electrical energy source with a coaxial waveguide structure (2) into which the high frequency electrical energy can be coupled and that protrudes with one end into the respective combustion chamber of a cylinder of the internal combustion engine, whereby a microwave plasma can be produced at this end by a high voltage. One end of the coaxial waveguide structure forms an ignition pin so that a free-standing plasma can be produced in the air-fuel mixture by a field structure protruding into the combustion chamber and the formation of the plasma can be supported by a light source at the end of the waveguide structure.